

**KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE* ALAM-TITANIUM
DIOXIDE SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM
PEMBUATAN *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

TESIS

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister
Program Studi Ilmu Fisika**



Oleh :

SRI SUMARDIASIH

NIM S911508010

PROGRAM STUDI ILMU FISIKA

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2017

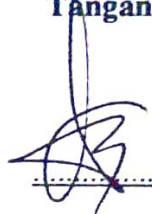

LEMBAR PERSETUJUAN

**KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE*
SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN *DYE*
*SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

TESIS

Oleh

**Sri Sumardiasih
S911508010**

Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing			
Pembimbing I	<u>Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D.</u> NIP. 196103061985031002		<u>4/08/2017</u>
Pembimbing II	<u>Dr. Agus Supriyanto, M.Si.</u> NIP. 196908261999031001		<u>9/08/2017</u>

Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal 4 Agustus 2017

Mengetahui
Kepala Program Studi S2 Ilmu Fisika


Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19610306 1985031002

HALAMAN PENGESAHAN

KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE* SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN *DYE* *SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)*

TESIS

Oleh

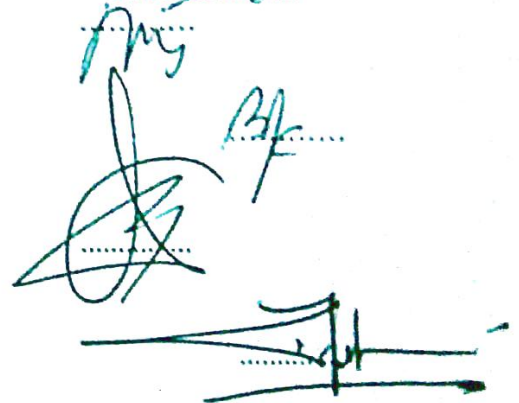
Sri Sumardiasih
S911508010

Telah dipertahankan di depan penguji
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
pada tanggal 20 Juni 2017

Tim Penguji :

Jabatan	Nama
Ketua	<u>Prof. Dra. Suparmi, M.A., PhD</u> NIP. 195209151976032001
Sekretaris	<u>Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si</u> NIP. 197311092000031001
Anggota Penguji	<u>Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D</u> NIP. 196103061985031002
	<u>Dr. Agus Supriyanto, M.Si</u> NIP. 196908261999031001

Tanda Tangan



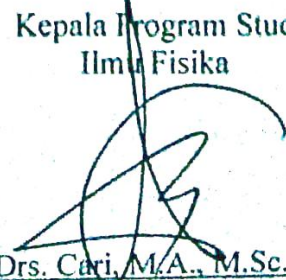
Mengetahui:

Direktur
Program Pascasarjana



Prof. Dr. M. Purdon Hidayatullah, M.Pd
NIP. 196007271987021001

Kepala Program Studi
Ilmu Fisika



Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D
NIP. 19610306 1985031002

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: “**Karakteristik *Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide* sebagai Material Sensitizer dalam Pembuatan *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)***” ini adalah karya penelitian saya sendiri, bebas plagiat, dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundangan-undangan (Permendiknas Nomor 17 tahun 2010).
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs-UNS sebagai institusinya. Jika dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,

Sri Sumardiasih

S911508010

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Mereka itulah orang-orang yang mendapat kebahagiaan (pahala) dari apa yang mereka usahakan, dan Allah sangat cepat perhitungan-Nya”.

(Q.S. Al Baqarah: 202)

“Jadilah kamu orang yang mengajar atau belajar atau pendengar (mendengarkan orang mengaji), atau pecinta (mencintai ilmu) dan janganlah engkau jadi orang kelima (artinya tidak mengajar, tidak suka mendengarkan pengajian, dan tidak mencintai ilmu), maka kamu akan hancur”.

(H.R. Baihaqi)

Karya tulis berupa Tesis ini, saya persembahkan kepada:

Bapak dan Ibu untuk cinta, doa dan dukungan tanpa batas;
Kakak: Eko Yulianto, Dwi Maryanto, Tri Maryati, dan Sri Catur Hayati untuk semua motivasi dan cerita yang berhasil mengobati kejenuhan yang ada; Sahabat dan Keluarga Besar Pascasarjana Ilmu Fisika UNS yang selalu menghadirkan tawa dalam tiap kebersamaan yang tercipta, semoga silaturahmi ini tetap terjalin hingga kapanpun. Terimakasih untuk doa, dukungan baik moril dan materi serta motivasi yang tak terbatas.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul, “**Karakteristik *Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide* sebagai Material Sensitizer dalam Pembuatan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)**”. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu dalam penulisan tesis ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph. D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar dan tekun memberikan bimbingan, pengajaran, ide dan inspirasi serta dorongan semangat yang besar kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tesis ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan pendidikan dan pengajaran dalam bidang fisika.
5. Hibah penelitian pascasarjana yang telah mendanai penelitian penulis melalui program hibah pascasarjana Universitas Sebelas Maret (PPS-UNS) dengan nomor kontrak 343/UN27/HK/2016 tanggal 07 April 2016.
6. Kedua orang tua dan kakak yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta motivasi tanpa batas.
7. Edy Syahroni, Kiki, Yuda, Beta, Linda, Novita, Nata, Edi Prasetyo, Icas, Wahyulianti, Mas Afta, Mas Wahyu, Frendi, Dewa, Yuliana, Cak Sam, Adfal, Azizah, dan Dinasti atas kritik dan saran serta semangat kepada Penulis, sehingga Tesis ini dapat terselesaikan.

8. Teman-teman Wisma Annisa 2 lantai 3 dan An-Nur Putri yang telah memberikan motivasi dan dukungan tinggi sehingga penulis bias menyelesaikan tesis ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini dikarenakan kemampuan penulis yang sangat terbatas. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai acuan tahapan penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Surakarta, Agustus 2017

Penulis

**KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE*
SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

**Sri Sumardiasih
Program Studi Ilmu Fisika, Program Pascasarjana,
Universitas Sebelas Maret**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi volume *dye* dan suhu *annealing* pada *hybrids dye alam-titanium dioxide* sebagai material sensitizer terhadap kinerja DSSC serta pengaruh metode pencampuran langsung *dye* dengan TiO_2 terhadap performa DSSC dengan melakukan perbandingan kinerja DSSC antara metode proses perendaman dengan metode pencampuran langsung *dye* dengan TiO_2 . Analisis dilakukan pada sifat optik melalui karakterisasi absorbansi menggunakan spektrofotometer *UV-Vis Lambda 25*, sifat listrik dari *dye* organik alam dan *hybrids dye alam-titanium dioxide* dengan menggunakan metode *two point probe El-Kahfi 100 I-V Meter*, dan karakteristik arus tegangan (*I-V*) DSSC dengan menggunakan *Keithley 2602A*. Dari hasil karakterisasi absorbansi, diketahui bahwa penambahan volume campuran *dye* dengan TiO_2 dengan metode pencampuran langsung dalam pembuatan *hybrids dye alam-titanium dioxide* sebagai material sensitizer secara umum menyebabkan terjadinya penurunan puncak absorbansi. Namun untuk nilai efisiensi yang dihasilkan diperoleh efisiensi tertinggi pada perbandingan 1:8 sebesar 0,052%. Nilai efisiensi ini lebih besar dibandingkan nilai efisiensi dengan metode perendaman yaitu sebesar 0,042%

Pengaruh dari variasi suhu *annealing* dilakukan melalui 4 variasi suhu *annealing* yaitu, pada suhu 60°C, 90°C, 120°C, dan 150°C. Dari 4 suhu tersebut diketahui bahwa absorbansi mengalami penurunan seiring meningkatnya suhu *annealing* yang diberikan. Adapun untuk nilai efisiensi yang optimum diperoleh pada suhu 120°C sebesar 0,011% baik pada *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak nanas kerang maupun *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak ketan hitam. Untuk efisiensi terendah diperoleh pada suhu 150°C sebesar 0,007% untuk *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak nanas kerang dan 0,002% untuk *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak ketan hitam. Berdasarkan hasil penelitian yang membandingkan metode pencampuran langsung dan metode perendaman diketahui bahwa kinerja sel surya DSSC dengan pencampuran langsung *dye* alam dan TiO_2 dengan metode *stirring* menunjukkan kinerja sel surya DSSC yang baik dengan waktu yang lebih efisien. Hal ini dikarenakan proses metode pencampuran langsung ini memangkas dari tahapan perendaman *dye*.

Kata Kunci: Fotosensitizer, *hybrids dye alam-titanium dioxide*, *Rhoeo spathacea*

**CHARACTERISTIC OF *HYBRIDS NATURAL DYE-TITANIUM DIOXIDE*
AS A MATERIAL OF SENSITIZER IN FABRICATION OF
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

**Sri Sumardiasih
Physical Department of Post Graduate Program
Sebelas Maret University**

ABSTRACT

The aims of research is to determine of the effect both of variation volume dye and temperature on fabrication of hybrids natural dye-titanium dioxide as a material sensitizer and the effect of direct mixing method on performance of DSSC with comparing between direct mixing method with immersion method. DSSC performance was analyzed through optical properties characterization of absorbance using Spectrophotometer UV-Vis Lambda 25, electrical properties of natural dye and hybrids natural dye-titanium dioxide used *two point probe El-Kahfi 100 I-V Meter* method, and characterization of voltage-current (I-V) used Ketihley 2602A. Characterization of absorbance showed that variation of volume dye in fabrication of hybrids natural dye-titanium dioxide generally make a decrease in absorbance peak. But, the result showed the highest efficiency is 0.052% in the ratio 1:8. This result is greater than of efficiency by immersion method with an efficiency of 0.042%.

The effect of variation of annealing temperatures has done through four variation that is 60°C, 90°C, 120°C, and 150°C. Characterization of absorbance showed that variation of annealing temperatures make the absorbance decrease as the given annealing temperature increases. The optimum of efficiency was obtained at 120°C with an 0.011% both in hybrids natural dye-titanium dioxide from *Rhoeo spathacea* extract and hybrids natural dye-titanium dioxide and black glutinous extract. The lowest efficiency was obtained at 150°C with an 0.007% for hybrids natural dye-titanium dioxide from *Rhoeo spathacea* extract and 0.002% for hybrids natural dye-titanium dioxide and black glutinous extract. Based on the result of this research is known that the performance of DSSC by direct mixing of natural dye and TiO₂ by stirring method has shown a good performance with more efficient time. This is because the process of direct mixing method is slashed of the dye immersion stage.

Keywords: Photosensitizer, Hybrids dye alam-titanium dioxide, *Rhoeo spathacea*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I: PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II: LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. Radiasi Matahari	7
2. Sel Surya.....	8
a. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	9
b. Prinsip Kerja DSSC	10
c. Komponen <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	13
1) Semikonduktor TiO_2	13
2) Natural <i>Dye Sensitizer</i> DSSC.....	13
3) Elektrolit Redoks	19
4) Elektroda Lawan	20
d. Energetika DSSC	20
e. Kinetika DSSC	22

f. Karakteristik Kurva Arus Tegangan (<i>I-V</i>)	25
g. Karakterisasi Sifat Optik Material	26
h. Karakterisasi Sifat Kimiawi Material	27
i. Karakterisasi Konduktivitas Material	27
B. Penelitian yang Relevan.....	28
C. Kerangka Berpikir	30
D. Hipotesis	31
BAB III: METODE PENELITIAN	32
A. Tempat Penelitian	32
B. Waktu Penelitian.....	32
C. Tata Laksana Penelitian	33
1. Persiapan.....	34
a. Alat Penelitian	34
b. Bahan Penelitian	34
2. Ekstraksi <i>Dye</i> Alam dan Pembuatan Pasta <i>TiO₂</i>	35
3. Pembuatan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Metode Pencampuran Langsung	36
4. Pembuatan Lapisan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Metode <i>Spin Coating</i>	37
a) Pembuatan Pasta Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	37
b) Pembuatan Lapisan Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	37
1) Variasi Volume Pencampuran EKstrak <i>Dye</i> dengan Pasta <i>TiO₂</i> Dalam Fabrikasi <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> sebagai Material Sensitizer	37
2) Variasi Suhu <i>Annealing</i> dalam Fabrikasi <i>Hybrids Dye Alam-</i> <i>Titanium Dioxide</i> Sebagai Material Sensitizer	38
3) Variasi Waktu <i>stirrer</i> Larutan dalam Fabrikasi <i>Dye Titanium</i> <i>Dioxide</i> Sebagai Material Sensitizer.....	38
c) Pengujian Absorbansi Lapisan Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium</i> <i>Dioxide</i>	39
d) Pengujian Gugus Fungsi dari <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	40
5. Pembuatan Larutan Elektrolit	40

6. Pembuatan Elektroda Lawan	40
7. Fabrikasi <i>DSSC</i>	41
8. Pengujian Karakteristik <i>I-V</i> dan Efisiensi <i>DSSC</i>	41
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Analisis Absorbansi, Fotokonduktivitas, dan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) dari Natural Dye Antosianin, <i>Titanium Dioxide</i> , dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	42
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium dioxide</i>	42
2. Karakterisasi Konduktivitas TiO_2 , Dye Daun Nanas Kerang, Etanol, dan <i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i>	46
3. Karakterisasi Gugus Senyawa Dye Daun Nanas Kerang, Dye Ketan Hitam, TiO_2 , dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	49
B. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Volume Pencampuran Ekstrak Dye Organik Alam dengan Pasta TiO_2	56
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	56
2. Kurva <i>I-V</i> <i>DSSC</i>	58
C. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Suhu <i>Annealing</i>	60
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	60
2. Kurva <i>I-V</i> <i>DSSC</i>	63
D. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Waktu <i>Stirring</i>	66
BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN	72
A. Kesimpulan	72
B. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum Radiasi Matahari	7
Gambar 2.2 Struktur <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	10
Gambar 2.3 Prinsip kerja <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	11
Gambar 2.4 Rumus Struktur Antosianin	15
Gambar 2.5 Beras Ketan Hitam (<i>Oryza sativa glutinosa</i>).....	17
Gambar 2.6 Struktur Klorofil a dan b.....	17
Gambar 2.7 Tumbuhan Nanas Kerang (<i>Rhoeo spathacea</i>)	18
Gambar 2.8 Energetika Operasi DSSC.....	21
Gambar 2.9 Representasi Diagram Level Kinetika DSSC	23
Gambar 2.10 Kurva I-V <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Fabrikasi DSSC tampak dari samping (kiri) dan dari atas (kanan) ...	41
Gambar 4.1 Kurva Absorbansi Ketan Hitam, Daun Nanas Kerang Basah, dan Daun Nanas Kerang Kering.....	43
Gambar 4.2 (a) Kurva Absorbansi TiO ₂ , Dye Nanas Kerang, dan Hybrids dye alam-titanium dioxide.....	44
(b) Kurva Absorbansi TiO ₂ , Dye Ketan Hitam, dan Hybrids dye alam-titanium dioxide	45
Gambar 4.3 Kurva Konduktivitas : (a) Pelarut <i>Ethanol</i> , (b) Pasta TiO ₂ (c) <i>Dye</i> Daun Nanas Kerang Kering dan <i>Hybrids dye nanas</i> <i>kerang-titanium dioxide</i>	47
(d) <i>Dye</i> Ketan dan <i>Hybrids dye ketan-titanium dioxide</i>	48
Gambar 4.4 Spektrum FTIR untuk <i>dye</i> antosianin dari hasil ekstraksi: (a) daun nanas kerang; (b) ketan hitam.....	50
Gambar 4.5 Spektrum FTIR untuk <i>Titanium Dioxide</i> (TiO ₂)	52
Gambar 4.6 Spektrum FTIR dari: (a) <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dari Daun Nanas Kerang.	53
(b) <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dari Ketan Hitam.....	54
Gambar 4.7 (a) Kurva Absorbansi TiO ₂ dan <i>dye</i> nanas kerang	56

(b) Kurva Absorbansi <i>hybrids dye alam-titanium dioxide</i> daun nanas kerang dengan metode pencampuran langsung dan TiO_2 direndam dalam <i>dye</i> selama 6 jam	57
Gambar 4.8 Kurva <i>I-V Hybrids dye alam-titanium dioxide</i> dan TiO_2 yang direndam dalam <i>dye</i>	59
Gambar 4.9 Kurva <i>I-V Hybrids dye alam-titanium dioxide</i> dan TiO_2 yang direndam dalam <i>dye</i>	61
Gambar 4.10 (a) Kurva Absorbansi <i>hybrids dye alam-titanium dioxide</i> ketan hitam	62
(b) Kurva Absorbansi <i>hybrids dye alam-titanium dioxide</i> daun nanas kerang	63
Gambar 4.11 Kurva <i>I-V</i> : (a) <i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i> dari <i>Dye</i> Daun Nanas Kerang (b) <i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i> dari <i>Dye</i> Ketan Hitam	64
Gambar 4.12 Kurva Absorbansi : (a) Metode Pencampuran Langsung TiO_2 dan <i>dye</i> (<i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i>)	66
(b) Metode Perendaman	67
Gambar 4.13 Kurva <i>I-V</i> : (a) Metode Pencampuran Langsung TiO_2 dan <i>dye</i> (<i>Dye Titanium Dioxide</i>) (b) Metode Perendaman	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala Spektrum Cahaya Tampak.....	8
Tabel 3.1 Hasil Ekstraks <i>Dye</i> Daun Nanas Kerang, Ekstraksi Ketan Hitam dan Pasta TiO ₂	36
Tabel 4.1 Nilai Konduktivitas Larutan TiO ₂ , <i>Ethanol</i> , <i>Dye</i> dan <i>Dye</i> <i>Titanium Dioxide</i>	49
Tabel 4.2 Pita Absorbansi IR Natural <i>Dye</i> Alam	51
Tabel 4.3 Pita Absorbansi IR <i>Titanium Dioxide</i> (TiO ₂)	52
Tabel 4.4 Pita Absorbansi <i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i>	55
Tabel 4.5 Nilai Arus dan Tegangan dari DSSC dengan Menggunakan <i>Dye</i> Daun Nanas Kerang	59
Tabel 4.6 Nilai Arus dan Tegangan dari DSSC dengan Menggunakan <i>Dye</i> Jahe Merah	60
Tabel 4.7 Nilai Arus dan Tegangan dari DSSC dengan Variasi Suhu <i>Annealing</i> . ..	65
Tabel 4.8 Nilai Arus dan Tegangan dari DSSC dengan Metode Pencampuran Langsung dan Metode Perendaman	69

DAFTAR SIMBOL

η	= Efisiensi
P_{max}	= Daya Maksimum yang dihasilkan oleh DSSC
P_{in}	= Daya <i>input</i> yang berasal dari lampu
V_{oc}	= Tegangan <i>Open Circuit</i>
I_{sc}	= Arus <i>Short Circuit</i>
V_{max}	= Tegangan Maksimum yang dihasilkan oleh DSSC
I_{max}	= Arus Maksimum yang dihasilkan oleh DSSC
FF	= <i>Fill Factor</i>
ρ	= Resistivitas penghantar
σ	= Konduktivitas listrik
I	= Intensitas
A	= Absorbansi
R	= Resistansi bahan
T	= Transmittansi
A	= Luas area penghantar untuk penghitungan hambatan
l	= Panjang penghantar pada penghitungan hambatan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Nilai Efisiensi Konversi Energi

Lampiran 2 Data Karakterisasi Konduktivitas Bahan

Lampiran 3 Data Karakterisasi Arus-Tegangan (I - V) DSSC